



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 09283581

(43)Date of publication of application: 31.10.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/66
G01B 11/00
G03F 7/20
H01L 21/027

(21)Application number: 08094508

(71)Applicant: NIKON CORP

(22)Date of filing: 16.04.1996

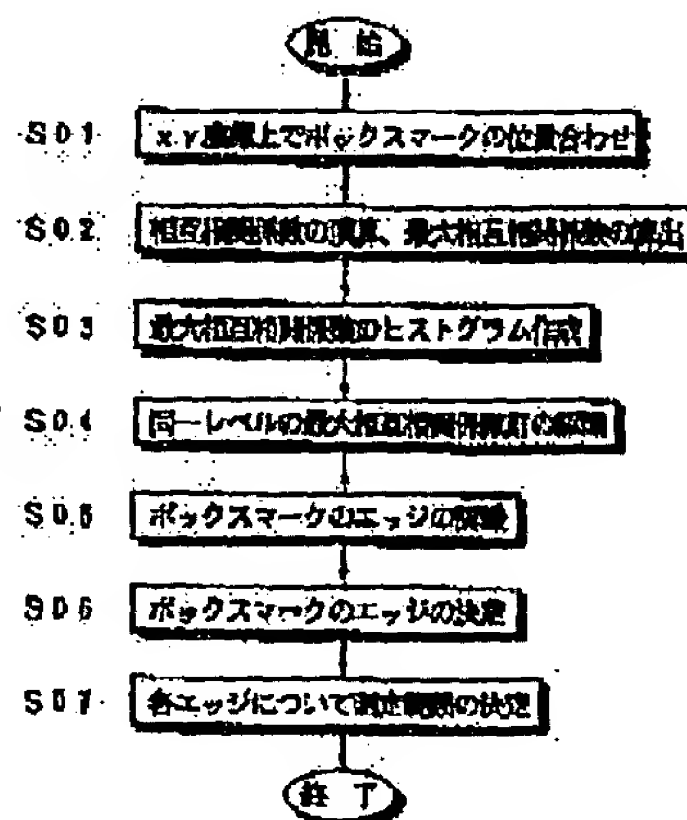
(72)Inventor: OCHIAI KOJI

(54) SUPERPOSITION ERROR MEASURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of determining the measuring range of the edges of measuring marks which is the premise to accurately measure the superposition error of circuit patterns at high reproducibility in the production process of a semiconductor element.

SOLUTION: This method comprises taking a microscope image of two different-size square measuring marks superposed on a semiconductor wafer, converting this image into a digital image, processing the image to determine the positions of the etches of the marks and measuring the superposition error of the marks. About each edge of the measuring mark image, max. cross correlation coefficients in the directions x and y in an x-y orthogonal coordinate system are computed (S02) to automatically recognize each edge (S05) and the measuring range for each edge is automatically determined (S07).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

[MENU](#)

[SEARCH](#)

[INDEX](#)

[DETAIL](#)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-283581

(43) 公開日 平成9年(1997)10月31日

(51) Int. Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/66			H 0 1 L 21/66	J
G 0 1 B 11/00			G 0 1 B 11/00	D
				H
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 3 F 7/20	5 2 1
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 0 2 V
審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-94508

(22) 出願日 平成8年(1996)4月16日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 落合 浩治

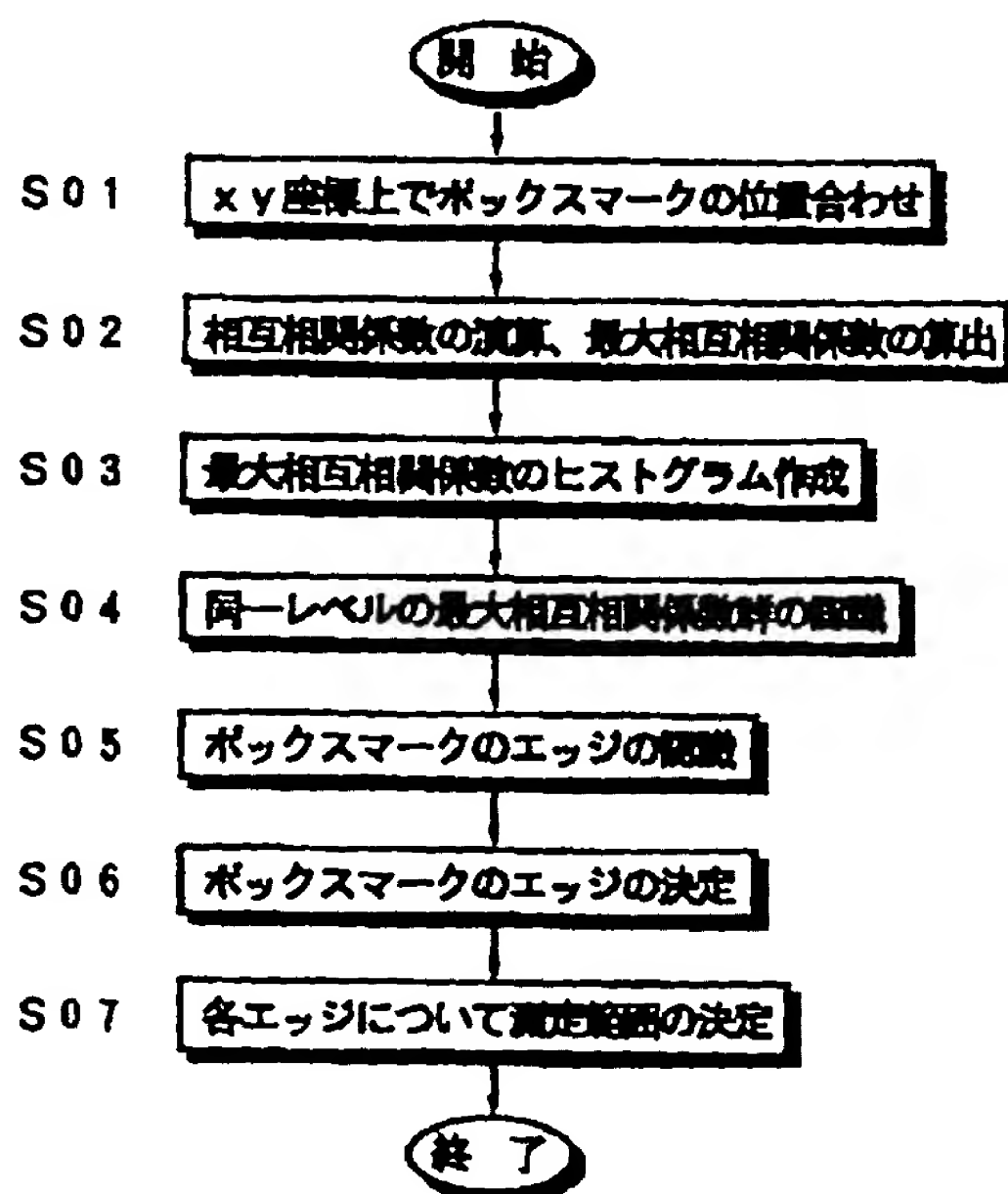
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(54) 【発明の名称】 重ね合わせ誤差の測定方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体素子の製造工程において、回路パターンの重ね合わせ誤差を正確且つ再現性良く測定する前提となる、測定用マークの各エッジに対応する測定範囲を決定する方法を提供する。

【解決手段】 半導体ウェハ上に重ね合わせて形成された2つの大きさの異なる四角形の測定用マークの顕微鏡像を撮影し、デジタル画像に変換し、画像処理を行い、その測定用マークの各エッジの位置を決定し、測定用マークの重ね合わせ誤差を測定する方法において、その測定用マークの画像の各エッジについて、x y直交座標におけるx方向及びy方向の最大相互相関係数を算出することによって、各エッジを自動的に認識し、各エッジに対応する測定範囲を自動的に決定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウェハ上に重ね合わせて形成された2つの大きさの異なる四角形の測定用マークを顕微鏡で観察し、前記測定用マークの顕微鏡像を撮影し、デジタル画像に変換し、画像処理を行い、前記測定用マークの各エッジの位置を決定し、前記測定用マークの重ね合わせ誤差を測定する方法において、前記測定用マークの画像の各エッジについて、 x y 直交座標における x 方向及び y 方向の最大相互相関係数を算出することによって前記各エッジを自動的に認識し、各エッジに対応する測定範囲を自動的に決定することの特徴とする、重ね合わせ誤差の測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体集積回路製造のフォトリソグラフィ工程において、半導体ウェハ上に形成された工程毎の回路パターンの重ね合わせ精度を検査する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体素子の高集積化に伴い、素子製造のフォトリソグラフィ工程ではその工程毎の回路パターン同士を精度良く重ね合わせる必要性が増しつつある。そのためには、回路パターンとは別に重ね合わせ誤差を測定するための測定用マークをウェハ上に設け、例えば、第1の工程で作られた四角形の測定用マーク（以下、第1ボックスマークという）と第1ボックスマークより小さめの第2の工程で作られた四角形の測定用マーク（以下、第2ボックスマークという）との2つのボックスマークの顕微鏡像の重ね合わせ誤差を測定している。重ね合わせ誤差すなわち2つのボックスマークの中心間距離の値が、許容範囲内にある場合はその半導体ウェハを良品として次工程に投入し、許容範囲を越えている場合は不良品として製造工程から除外していた。

【0003】従来、この重ね合わせ誤差の測定には、重ね合わせ測定機が用いられており、バーニアマークの顕微鏡像をオペレータの眼で観察し、その顕微鏡像により目視にて重ね合わせ誤差を測定するマニュアル式と、受光素子を用いて2つのボックスマークのエッジ付近の正反射光強度の差を捉え、画像処理によってエッジ位置を自動的に認識して該中心間距離を自動測定する方式とがあった。エッジ位置を決定するには、先ず各エッジの周辺に、図2の斜線部で表示するような測定範囲を決め、その測定範囲に基づいて各エッジの正確な位置を検出する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来の方法において、マニュアル式の場合は、バーニアマークの顕微鏡像の目盛りの認識には、オペレータにより或いは顕微鏡像の見え方により、差異が生じ易いために、測定が正確にならなかった。一方、自動測定方式の場合は、エッジ

が鋭角でないときには特に正反射光のコントラストが弱く、画像処理を行ってもエッジを正確に認識し難いために、適正な測定範囲を決める際に支障があり、結果的に、2つのボックスマークの中心間距離の測定が不正確になる恐れがあった。この自動測定方式においてマニュアルで測定範囲を決めるためには、オペレータにはある程度の経験と熟練を要するが、それでも測定範囲の再現性が良くなかったり、ボックスマークの相対するエッジの測定範囲が非対称になったりする不都合が生じていた。

【0005】そこで本発明は、自動測定方式において、エッジからの正反射光のコントラストが弱くともボックスマーク像のエッジを認識し、測定範囲を決めるための方法を提供することを目的とする。これにより、最終的に、正確且つ再現性の良い重ね合わせ誤差の測定が可能となる。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の請求項1に記載の発明は、半導体ウェハ上に重ね合わせて形成された大きさの異なる2つの四角形の測定用マークを顕微鏡で観察し、前記測定用マークの顕微鏡像を撮影し、デジタル画像に変換し、画像処理を行い、前記測定用マークの各エッジの位置を決定し、前記測定用マークの重ね合わせ誤差を測定する方法において、前記測定用マークの画像の各エッジについて、 x y 直交座標における x 方向及び y 方向の最大相互相関係数を算出することによって前記各エッジを自動認識し、各エッジに対応する測定範囲を自動的に決定することの特徴とするものである。

【0007】

【発明の実施の形態】図4は、本発明の実施態様に係る重ね合わせ誤差測定に用いられる重ね合わせ測定機の主要部分の概略構成を示す図である。図4は、測定用ステージ3、顕微鏡4、画像処理部5、システム制御部6、ステージ駆動制御部7、焦点位置検出部8及び光源部9から成る。さらに、測定用ステージ3は、ウェハ10を載置して X 方向及び Y 方向（図中、紙面に垂直な方向）に直線移動可能な XY ステージ3a、 Z 方向に直線移動可能な Z ステージ3b及び Z 軸廻りに回転可能な θ ステージ3cとから成る。画像処理部5は、ボックスマークの顕微鏡像を撮影するCCDカメラ5aと、その顕微鏡像をデジタル画像に変換するA/D変換器5bと、そのデジタル画像を処理する画像処理装置5cとから成る。画像処理装置5cにより処理された画像データは、例えばLANによってシステム制御部6に転送される。ステージ駆動制御部7は、 XY ステージ3aの移動制御を行う XY 駆動制御部7a、 Z ステージ3bの移動制御を行う Z 駆動制御部7b及び θ ステージ3cの回転制御を行う θ 駆動制御部7cから成る。 XY 駆動制御部7a及び θ 駆動制御部7cは、システム制御部6からの指令によ

3

り、それぞれXYステージ3aの移動制御及びθステージ3cの回転制御を行う。焦点位置検出部8は、検出値をZ駆動制御部7bに送り、Zステージ3bのZ方向の移動制御すなわち焦点調整を行う。又、光源部9から発する光は、半透過鏡11、12及び顕微鏡4を通してウェハ10を照明し、ウェハ10からの反射光は、顕微鏡4、半透過鏡12、11を順次通過して、CCDカメラ5aにより画像として撮影される。光源部9の光源には、例えばメタルハライドランプが用いられる。

【0008】次に、本発明の重ね合わせ誤差測定の手順を説明する。ウェハ10は、不図示の非接触プリアライメント部により偏心量算出と回転補正がなされた後に測定用ステージ3の上に載置される。ウェハ10は、顕微鏡4の視野中心にボックスマークが位置するように、測定用ステージ3のXYステージ3aによりXY方向に動かされ、焦点を合わせるためにZ方向に動かされる。ウェハ10は、ウェハ上の予め登録された2点のボックスマークを用いて、いわゆるグローバルアライメントを行い、θステージ3cによりウェハ10の精密な回転補正を行う。これによりボックスマークのエッジはXYステージ3aのX、Y方向に平行となる。

【0009】ボックスマークの顕微鏡像はCCDカメラ5aで撮影され、A/D変換機5bでデジタル化された後に、画像処理装置5cの記憶媒体に記憶される。この画像データは、画像処理装置5cからシステム制御部6に転送され、以下に述べるシーケンスに従って演算処理を行う。図1は、本発明の実施態様に係る重ね合わせ誤差測定における測定範囲を自動的に決定するための手順を示すフローチャートである。

【0010】S01において、図2に示すボックスマーク1及び2のデジタル化された像がシステム制御部6から読み出される。ボックスマーク1の中心がxy座標の原点となるように位置合わせが行われ、x、y軸は各々、XYステージ3aのX、Y方向に平行となる。S02において、図4に示すx=0のラインプロファイルとx≠0のうちの1本のラインプロファイルとの相互相関係数M(τ)が次式により計算される。次式は、x=0のベクトルをR、x≠0のベクトルをSとすると次のように書ける。なお、添字τは、x≠0のx=0に対するズレ量である。

【0011】

【数1】

$$M(\tau) = \frac{\Sigma(R \cdot S_{\tau})}{\Sigma\sqrt{(R \cdot R)} \cdot \Sigma\sqrt{(S_{\tau} \cdot S_{\tau})}}$$

【0012】x≠0の1本のラインについて、相互相関係数のうち最大値を最大相互相関係数とする。但し、相互相関係数M(τ)<0のときは総てM(τ)=0とみなす。x≠0のライン毎に最大相互相関係数が算出さ

4

れ、各xラインについて最大相互相関係数値がプロットされる。S03において、最大相互相関係数値のヒストグラムが作成される。一般に、画像にはノイズが含まれるので、ノイズ除去のためにこの処理を行う。

【0013】S04において、上記ヒストグラムから最大相互相関係数が同一として扱えるレベルを取り出すと、図3に示すグラフが得られる。図3は、各xラインについて規格化された最大相互相関係数を示す。すなわち、x=0からx方向にグラフを辿ってゆくと、図2に示すボックスマーク1及び2の画像の両者の内側にある間は、最大相互相関係数は高い同一のレベルをとり、ボックスマーク2のエッジで最大相互相関係数は急激に変化し、ボックスマーク2の外側に到ると、最大相互相関係数は一段低くなり同一のレベルをとる。さらに、ボックスマーク1のエッジで最大相互相関係数は急激に変化して零となり、ボックスマーク1の外側でも零のレベルを維持する。

【0014】S05において、図3のグラフからボックスマークのエッジが認識される。すなわち、最大相互相関係数が急激に変化する部分がエッジに対応する。S06において、図3のグラフの中心すなわちx=0を基準にほぼ対称となる位置に存在するエッジの対が認識され、エッジ位置が確定される。すなわち、図2に示す第1ボックスマーク1のエッジ1a、1bに対応する値が各々A1、B1、第2ボックスマーク2のエッジ2a、2bに対応する値が各々A2、B2である。

【0015】S07において、各エッジについて測定範囲が自動的に決定される。この測定範囲は、例えば、エッジの急峻性や直線性及びエッジ周辺の状態に応じて適切な広さに定められる。測定範囲が広い方がエッジ位置の再現性は向上するが、確率的にノイズは増加するので、適切な広さを選ぶ必要がある。以上のS01からS07までの各動作はyラインについても同様に行われ、最終的に、図2に示すように、ボックスマーク1及び2の全エッジに対応する測定範囲(図2の中、斜線部で表示)が決定される。

【0016】この後、上述の測定範囲に基づいてボックスマーク1及び2の全エッジの位置が正確に検出され、それにより重ね合わせ誤差量の測定が以下の手順で行われる。まず、2つのボックスマークのエッジ位置が測定され、次に、2つのボックスマークのx方向の midpoint 位置が算出され、その midpoint 間距離がx方向の重ね合わせ誤差量Δxとなる。同様に、y方向についても、重ね合わせ誤差量Δyが求められる。従って、ΔxとΔyから2つのボックスマークの重ね合わせ誤差量が得られる。

【0017】

【発明の効果】以上のとおり本発明によれば、重ね合わせ誤差量を測定するために設けられたボックスマークのエッジが正確に自動認識でき、エッジ毎の測定範囲が自動的に決定できるので、エッジのプロフィールが不鮮明

であっても適正な測定範囲が得られる。又、オペレーターに熟練を必要としなくなる。その結果、x方向の重ね合わせ誤差量 Δx 、y方向の重ね合わせ誤差量 Δy 及び2つのボックスマークの重ね合わせ誤差量が高精度且つ再現性良く測定できる。

【0018】さらに、ボックスマークのエッジとXYステージの移動方向とが多少合致していない場合でも相関演算によりエッジ位置を認識しているので、適正な測定範囲が決定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る測定範囲を決定するための手順を示すフローチャート。

【図2】本発明の実施の形態に係る2つのボックスマークと測定範囲を示す概念図。

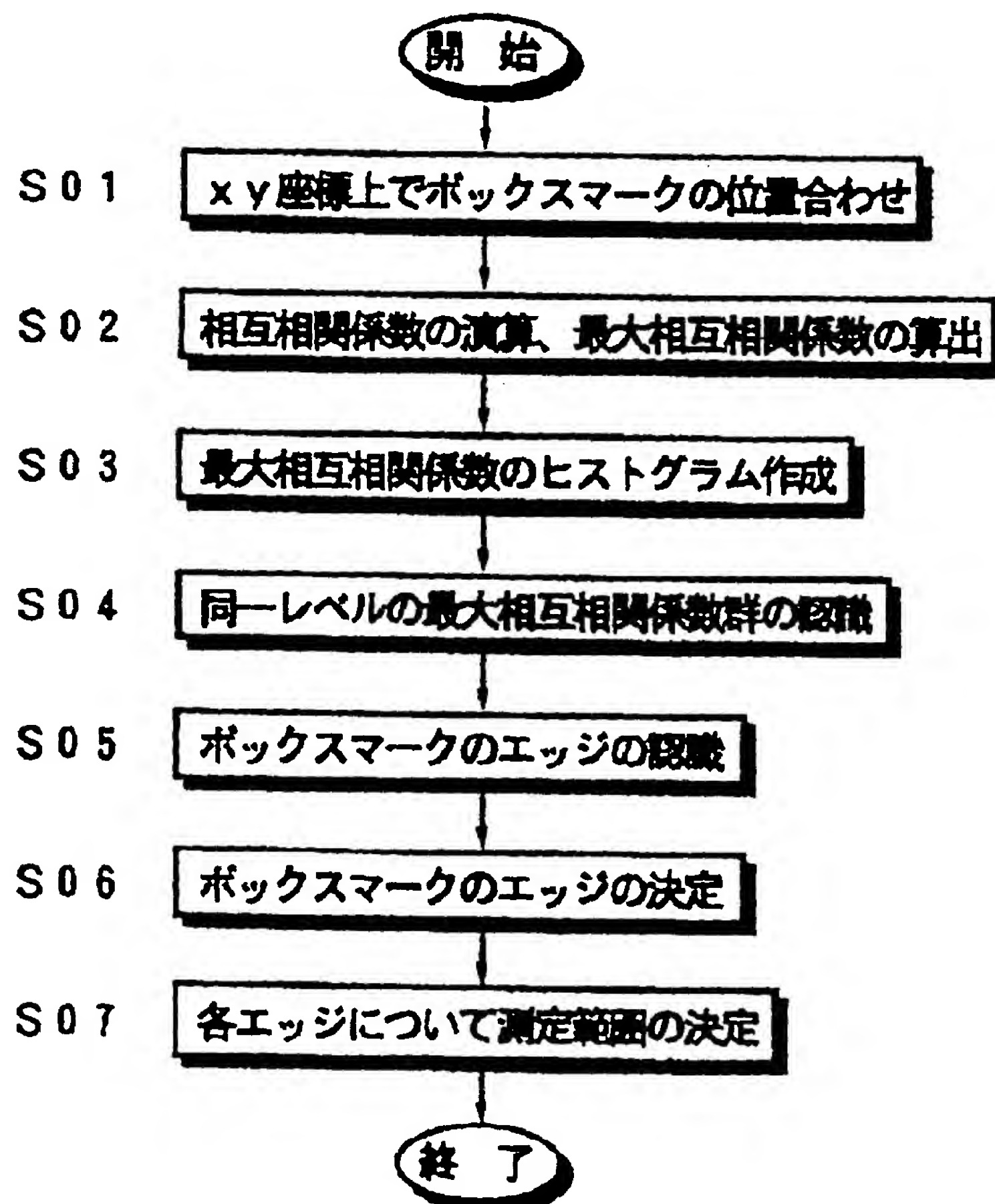
【図3】本発明の実施の形態に係るxライン方向の規格化された最大相互相関係数の変化を示すグラフ。

【図4】本発明の実施の形態に係る重ね合わせ誤差測定のための重ね合わせ測定機の主要部分の概略構成図。

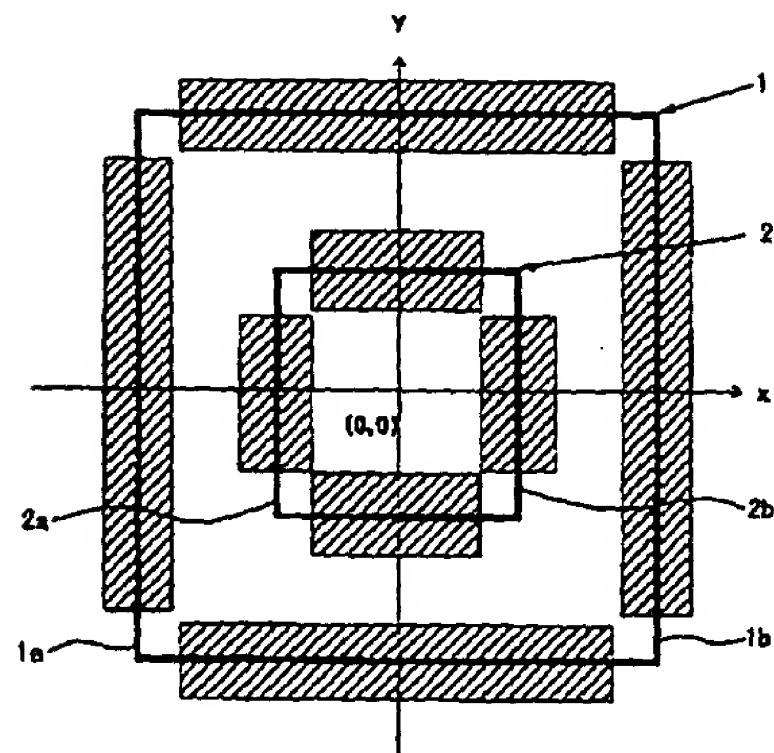
【符号の説明】

- 1 . . . 第1の工程で作られたボックスマーク
- 2 . . . 第2の工程で作られたボックスマーク
- 3 . . . 測定用ステージ
- 4 . . . 顕微鏡
- 5 . . . 画像処理部
- 5 a . . . CCDカメラ
- 5 b . . . A/D変換器
- 5 c . . . 画像処理装置
- 6 . . . システム制御部
- 7 . . . ステージ駆動制御部
- 8 . . . 焦点位置検出部
- 9 . . . 光源部
- 10 . . . ウェハ

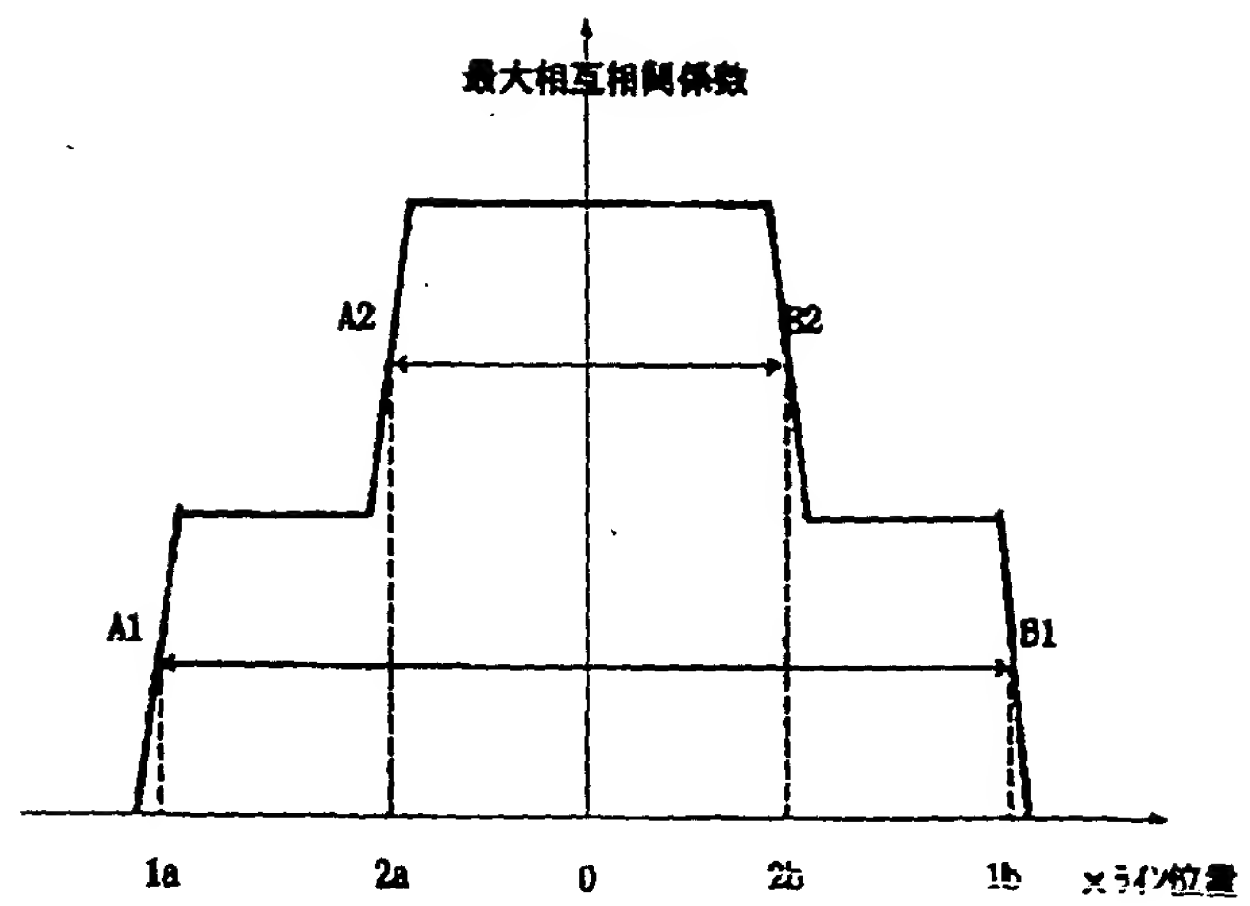
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

